

# DIFFRACTION OPTICAL ELEMENT PRODUCING EFFECTIVE MULTIMODE FIBER EXCITATION AND REFLECTION CONTROL

**Patent number:** JP2002277695  
**Publication date:** 2002-09-25  
**Inventor:** COLEMAN CHRISTOPHER L; CHEN YE CHRISTINE  
**Applicant:** AGILENT TECHNOLOGIES INC  
**Classification:**  
**- international:** **G02B5/18; G02B6/42; G02B5/18; G02B6/42; (IPC1-7):**  
**G02B6/42; G02B3/02; G02B5/18**  
**- european:** **G02B5/18E; G02B6/42C3B; G02B6/42C3C**  
**Application number:** JP20010381160 20011214  
**Priority number(s):** US20000739531 20001215

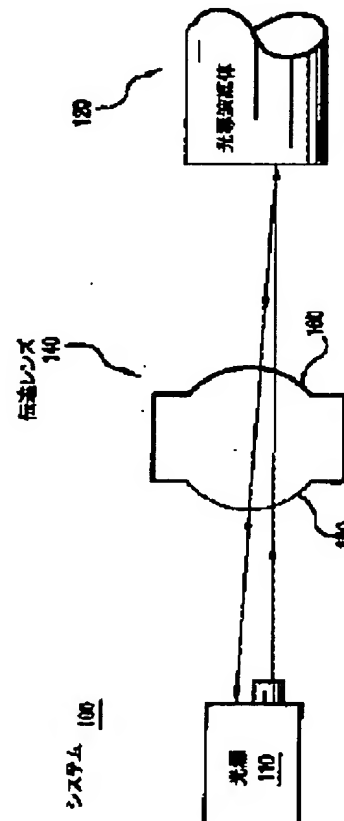
Also published as:

US6822794 (B2)  
 US2004201893 (A)  
 GB2370653 (A)  
 DE10161329 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP2002277695

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a diffraction optical element for producing effective multimode fiber excitation and effective reflection control. **SOLUTION:** The optical element is a diffraction type transmission lens (14) for connecting a light source to a light transmission medium and has a diffraction face (160) demarcated by a face function including a 1st phase function having symmetry about angles and a 2nd phase function having symmetry in a dynamic diameter direction and a cusp area and the cusp area has a discontinuous inclination.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Best Available Copy

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-277695

(P2002-277695A)

(43) 公開日 平成14年9月25日 (2002.9.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコト* (参考)
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	2 H 0 3 7
3/02		3/02	2 H 0 4 9
5/18		5/18	

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-381160 (P2001-381160)

(22) 出願日 平成13年12月14日 (2001.12.14)

(31) 優先権主張番号 09/739531

(32) 優先日 平成12年12月15日 (2000.12.15)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 399117121

アジレント・テクノロジーズ・インク

AGILENT TECHNOLOGIES, INC.

アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ページ・ミル・ロード 395

(72) 発明者 クリストファー・エル・コールマン

アメリカ合衆国カリフォルニア州95050, サンタクララ, フェアフィールド・アベニュー・1166

(74) 代理人 100063897

弁理士 古谷 肇 (外2名)

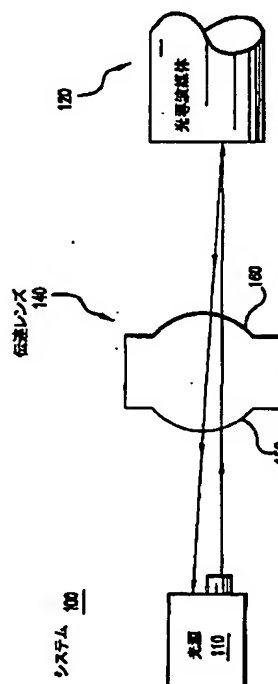
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 良好なマルチモードファイバ励振と反射制御をもたらす回折光学素子

(57) 【要約】

【課題】 良好なマルチモードファイバ励振と良好な反射制御をもたらす回折光学素子を提供する。

【解決手段】 本発明の光学素子は、光源を光伝送媒体に結合する回折型伝達レンズ (140) であって、角度に対して対称性を有する第1の位相関数と、動径方向の対称性及びカusp領域を有する第2の位相関数とを含む面関数によって画定されている回折面 (160) を有し、カusp領域が不連続な傾斜を有することを特徴とする。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源を光伝送媒体に結合する回折型伝達レンズ(140)であって、角度に対して対称性を有する第1の位相関数と、動径方向の対称性及びカusp領域を有する第2の位相関数とを含む面関数によって画定されている回折面(160)を有し、

前記カusp領域が不連続な傾斜を有する伝達レンズ。

【請求項2】 前記第1の位相関数が螺旋位相関数であり、前記第2の位相関数が円錐位相関数である請求項1に記載の伝達レンズ。

【請求項3】 前記螺旋位相関数が、

$$\phi = m s \times \theta$$

と表現され、 $m s$ が、開口の中心の周囲の円を横断する際に、いかに早く位相が変化するかを示す実数であり、前記円錐位相関数が、

$$\phi = 2 \pi m c \times \rho$$

と表現され、 $m c$ が、開口の中心からの動径方向の線を横断する際に、いかに早く位相が変化するかを示す実数である請求項2に記載の伝達レンズ。

【請求項4】  $m s$ が3に等しく、 $m c$ が-2に等しい請求項3に記載の伝達レンズ。

【請求項5】 前記伝達レンズが反射制御をもたらし、それによって、光がレーザによって射出される位置に光ファイバの端部で反射された光が導かれない請求項1に記載の伝達レンズ。

【請求項6】 前記伝達レンズが、良好な励振状態をもたらし、それによって、光ファイバ内に励振される光が、該光ファイバの軸に沿う屈折率異常を回避する請求項1に記載の伝達レンズ。

【請求項7】 さらに、光を光ファイバ上に結像する光学表面を有し、

前記回折面が、前記光源で生じた光を受容するとともに平行化する請求項1に記載の伝達レンズ。

【請求項8】 さらに、前記光源を受容するパッケージを備え、

前記回折面が、ハウジング内に配置されている請求項1に記載の伝達レンズ。

【請求項9】 光ファイバに結合する光学モジュールであって、

光を射出するレーザ(110)と、

前記レーザによって射出された光を光ファイバに伝達する伝達レンズ(140)を有するものにおいて、

前記伝達レンズが、面関数によって画定されている回折面(160)を含み、

前記面関数が、第2の位相関数と組み合わされた第1の位相関数を含み、良好な励振状態と反射制御をもたらす光学モジュール。

【請求項10】 前記第1の位相関数が角度に対して対称性を有し、

前記第2の位相関数が、動径方向の対称性及び不連続な傾斜を備えるカusp領域を有する請求項9に記載の光学モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に、光学に関し、より詳細には、良好なマルチモードファイバ励振と良好な反射制御をもたらす回折光学素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】垂直キャビティ面発光レーザ(VCSEL)は、その面からビームを垂直に射出する。VCSELから射出された光は、通常、伝達レンズによって光ファイバに結像されてデータの伝送のために使用される。ギガビットのイーサネット(登録商標)のような伝送技術は、VCSELとマルチモード光ファイバケーブルを使用する。

【0003】マルチモード光ファイバシステムを介する常に増大しているデータ転送速度は、所定のビット誤り率を満足するために送信機モジュールに対して非常に精密な接続光学系を必要とする。

【0004】伝達レンズを設計する上で2つの重要な考慮すべき事項がある。それらは、1)反射制御と、2)良好な励振状態の形成である。最初の設計考慮事項である反射制御は、光ファイバの表面から後方反射されて(今後「後方反射」あるいはフィードバックとする)、光源(例えばレーザ)に導かれる光量を最小にすることを追求することである。反射が適切に制御されない場合には、後方反射は、レーザ光源に安定性の問題を引き起こすことがある。特に、これらの後方反射が制御又は減少されないときには、レーザは、不安定状態となり、雑音の多い出力信号を発生させることになる。例えば、過剰のパワーが光ファイバの端部からの反射としてレーザ内に接続されて戻される場合には、レーザが不安定状態となり、出力パワーが上下に振動し、それによって、受信信号パルスに特別で大きなダメージを与える量のジッターが生じる。換言すれば、レーザにおけるこの不安定状態は、誤差の多いデータ信号をもたらす。

【0005】さらに、接続レンズによって誘導されるレーザ内の雑音の増加は、データリンクの光学的バジェット(optical budget)において、2.5 dBの大きさのパワー損失をもたらす。この後方反射によるパワー損失の増大は、2.5 Gbit/secのデータ転送速度に対して約8 dBの大きさである総リンクパワーバジェットの大きな部分を示していることが明らかである。後方反射又はフィードバックの悪影響は、より速いデータ転送速度のシステムに対してより顕著に現れ、重大な事項となる。例えば、10 Gbit/secのリンクに対するパワーバジェットでは、2.5 Gbit/secのリンクに対するよりもさらに負担がかかる。

【0006】第2に、伝達レンズ設計が、システムの帯域幅と距離の積を最大にするようにファイバ界面におい

て良好な励振状態を与えることが重要である。例えば、標準の50  $\mu\text{m}$ の屈折率分布型ファイバに関して、2.5 Gbit/secのリンクは、500 MHz\*kmの帯域幅と距離の積を必要とする。同様に、10 Gbit/secのリンクに関して、ファイバは、帯域幅と距離の積2.2 GHz\*kmによりサポートする必要がある。

【0007】良好な励振状態は、システムの帯域幅を増大させ、側方へのずれ（すなわちレーザとファイバ間の不整合、調整不良）に強い、励振状態を改善する1つの試みは、ファイバの真の中心に沿う光の励振を避けることである。ファイバの中心を避ける理由は、多くのファイバが、製造による制約のために、ファイバの中心に沿って欠陥を有しているためである。さらに、側方へのずれの許容誤差が、レーザとファイバ間の不整合を相殺できることが望ましい。また、システムにおける不整合（例えば光ファイバと伝達レンズ間の不整合あるいは伝達レンズとレーザ間の不整合）は、レーザからの光を光ファイバに入射させることをできなくすることがある。

【0008】不幸にも、従来技術の伝達レンズ設計は、後方反射に対処する点で、又は良好な励振状態を提供する点で欠点を有する。これらの欠点および不利益は、主としてレンズ製造における制約と困難さに起因している。

【0009】モード整合屈折率分布型ファイバ用回折型過レンズ (vortex lens)

光を屈折率分布型ファイバに向けて励振させるための結合光学系として回折素子を使うことが試みられてきた。1つの研究が、E. G. Johnson, J. Stack, C. Koehler および T. Suleski によって Diffractive Optics and Micro-Optics, Optical Society of America (OSA) Technical Digest, pp.205-207, Washington, DC, 2000に次のような名称 "Diffractive Vortex Lens for Mode-Matching Graded Index Fiber" で報告されている。この刊行物は、励振される光の位相を屈折率分布型ファイバの特定モードに整合させるために回折素子を使用するという試みを開示している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】これらの従来技術の試みは、理想的な点光源（すなわち単純な分布を備えとともに完全にコヒーレントな光）に対する許容可能な結果をもたらすが、これらの試みは、より複雑な光分布を持つ光源（例えばマルチモードレーザ）を使用する用途には適合させることができない。これらの特定の現実の用途において、従来周知の伝達レンズは、軸上の大量のエネルギーに起因する後方散乱の不十分な制御又は好ましくない励振状態によって、あるいはこれらの両方によって、より不安定なフィードバックという問題を有する。

【0011】以上にに基づき、後方反射を減少させるとともに良好な励振状態をもたらす、しかも上述したような

不利益を克服できる伝達レンズが依然として求められている。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の一実施態様によれば、光源（例えばレーザ）によって射出された光を光伝送媒体（例えば光ファイバ）に伝達する伝達レンズが提供される。この伝達レンズは、光源から発生した光を受容するとともに平行化、コリメートする回折面を含む。この回折面は、角度に関して対称である第1の位相関数 (phase function) と、動径方向に対称である第2の位相関数を有する面関数 (surface function) によって画定されている。第2の位相関数は、不連続な傾斜を有するカusp (cusp)、尖点、先端領域を含む。伝達レンズは、反射制御をもたらし、それによって、光ファイバの端部で反射された光が、光源によって光が射出された位置には結像されない。その上、また伝達レンズは、良好な励振状態をもたらす、それによって、光ファイバ内に励振される光が、光ファイバの軸上及びコアクラッド界面における屈折率異常、屈折率の異なる領域を回避する。

【0013】この発明による伝達レンズ設計の他の利点は、伝達レンズの回折面が、反射制御と良好な励振をもたらすことにあり、これらはマルチモード光ファイバシステムにとって特別都合がよい。

【0014】本発明の一実施態様によれば、レーザ、光ファイバ、伝達レンズを含む光伝送システムが提供される。伝達レンズは、レーザから射出された光を光ファイバに伝達する。伝達レンズは、レーザから発生した光を受容して平行化する回折面を備えている。回折面は、角度に関して対称である第1の位相関数と、動径方向に対称である第2の位相関数を有する面関数によって画定されている。第2の位相関数は、不連続な傾斜を有するカusp領域を含む。伝達レンズは、反射制御をもたらし、それによって、光ファイバの端面で反射された光がレーザによって光が射出される位置には結像されず、また、良好な励振状態をもたらす、それによって、光ファイバ内に励振される光が光ファイバの軸に沿う屈折率異常を回避する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下において、本発明が実施例によって説明されるが、添付の図面によって限定されるものではない。なお、異なる図面の同様の部材には同じ参照番号が付される。マルチモードファイバ励振とフィードバック制御に関して最適化された回折光学素子が説明される。以下の記述において、説明のために、多くの特定の詳細が、本発明の一貫した理解のために述べられる。しかしながら、当業者には、本発明がこれらの特定の詳細を用いなくとも実施できることが明らかであろう。別の実施例において、従来周知の構造および装置が、本発明を不必要に不明瞭なものにするのを避ける

ためにブロック図の形で示されている。

#### 【0016】光伝送システム100

図1は、例示的な光伝送システム100の単純化されたブロック図を示し、伝達レンズ140が、本発明の好適実施例にしたがって使用可能である。システム100は、光を射出するための光源110（例えばレーザ）、光導波媒体、光伝送媒体120（例えば光ファイバケーブル）、光源110によって射出された光を光伝送媒体120に伝達する伝達レンズ140を含む。

【0017】光源110は、垂直キャビティ面発光レーザ（VCSEL）のような、構造と動作が当業者に周知である半導体レーザとすることができ、光伝送媒体120は、例えば、周知の形式の光ファイバケーブルである50 $\mu$ mのマルチモードファイバ又は62.5 $\mu$ mのマルチモードファイバとすることができ、さらに、本発明の伝達レンズ140は、良好な励振状態と反射制御（本発明ではフィードバック制御とも称する）をもたらす。

【0018】好適実施例において、伝達レンズ140は、光源で生じた光を受容して平行化するための、及びフィードバック制御と良好な励振状態をもたらすための回折面150を含む。伝達レンズ140は、光を拡大し、この光を光伝送媒体120上に結像するための光学表面160（例えば屈折面あるいは回折面）を含む。本発明の伝達レンズ140を、図2～図6を参照して以下により詳細に記述する。

【0019】好適実施例の伝達レンズの一態様では、パッケージの内部に回折面150が配置され、それによって回折面150はごみや損傷の影響を受けにくくなる。

#### 【0020】回折面150

図1に示されている伝達レンズ140の回折面150は、面関数によって画定されている。本発明の好適実施例にしたがい、回折面150に関する面関数は、1）位相が開口の極座標の角度成分にのみ依存している第1の位相関数（以後「角度に関して対称性」を有する第1の位相関数と称する）と、2）位相が開口の極座標の動径方向成分にのみ依存し、カusp領域を有する第2の位相関数（以後「動径方向の対称性」を有する第2の位相関数と称する）を含む。好ましくは、第2の位相関数は、開口の中心から引いた仮想の線に関して対称であり、したがって、カusp領域は、そこに含まれる不連続の傾斜である。

【0021】さらに、角度に関して対称性を有する第1の位相関数と動径方向の対称性を有する第2の位相関数を説明する。図2Aは、角度に関して対称性を有する第1の位相関数を図解する（例えば $m_s = +3$ である螺旋位相関数）。 $m_s$ は、開口の中心の周囲の円を横切るとき、いかに迅速に位相が変化するかを示す実数（ $-\infty \sim +\infty$ ）である。

【0022】図2Bは、動径方向の対称性を有する第2の位相関数を図解する（例えば $m_c = -2$ である円錐位

相関数）。 $m_c$ は、開口の中心からの動径方向の線を横切るとき、いかに迅速に位相が変化するかを示す実数（ $-\infty \sim +\infty$ ）である。円錐の傾斜は、開口の中心における0からエッジにおける $2 \times \pi \times m_c$ への位相値（phase value）の変化を支配する。動径方向の対称性とカusp領域を有する第2の位相関数の他の実施例が、図4を参照して説明される。

【0023】図2Cは、本発明の好適実施例にしたがう図2Aの第1の位相関数及び図2Bの第2の位相関数を組み合わせた位相関数を図解している。この実施例において、特定の値“ $m$ ”が以下のように選択される。角度に関して対称性を有する位相関数に対して、 $m = +3$ であり、動径方向の対称性を有する位相関数に対して、 $m = -2$ である。値“ $m$ ”は、結合係数、不整合許容差、フィードバック量を平衡化することによって決定することができる。これらの値“ $m$ ”は、特定の光学的な用途の要求に適合するように調節できることに注意されたい。

【0024】面150に対する面関数は、他の位相項（例えば第3の位相関数、第4の位相関数など）を含み、特定用途の要求に適合可能であることに注意されたい。これらの追加の位相関数又は位相項は、例えば、レンズ機能、収差制御機能、プリズム機能、格子機能を含むことができる。これらの項は、当業者には周知であるので、ここでは詳述はしない。

【0025】代替的な実施例において、面150を、射出された光を受容し、平行化するコリメート面とすることができ、したがって、本発明の回折態様を面160に組み込むことが可能である。この実施例において、面160が回折面であり、伝達レンズに対してフィードバック制御と良好な励振状態をもたらす。

【0026】図3は、階段構造を有する伝達レンズの好適な回折面の斜視図である。この回折面の階段状の造作あるいはステップ状の造作は、標準的な半導体工程による製造に特に適していることに注目されたい。例えば、マスクと腐食工程を含む周知のリソグラフィーが、本発明の伝達レンズの回折面を製造、実現するために利用可能である。代替的には、回折面は、連続した、すなわち滑らかな面転移（surface transition）を備えることができる。回折面は、連続し、滑らかに変化する面を有する。この連続し、滑らかな面転移は、本発明の伝達レンズによる性能を高めるものである。しかしながら、この代替的な実施例は、連続的な斜面を実現するために回折面を回転したり、ミリング、フライス加工したりすることを含む一層複雑な工程を必要とする。

【0027】図4は、本発明の実施例にしたがう伝達レンズの回折面の面関数に組み込むことができる動径方向の対称性とカusp領域を有する例示的な位相関数の断面図を示す。第1の位相関数410は、概して凹形状を特徴とする断面を有する。第2の位相関数420は、概して三角形の断面を特徴とする。第1の位相関数430は、概し

て凸形状を特徴とする断面を有する。これらの位相関数のそれぞれは、反転可能であり、したがって、反転された位相関数は、同様の結果を得るように利用可能である。例えば、第4の位相関数440は、第1の位相関数410を反転したものである。

#### 【0028】好適実施例

本発明の回折素子の設計は、上述した少なくとも2つの位相関数（すなわち動径方向の対称性を有する第2の位相関数と組み合わせられた角度に対して対称性を有する第1の位相関数）を含むことが好ましい。

【0029】極座標 $\rho$ 、 $\theta$ で表されるレンズ開口内のすべての点の位相を $\phi$ で表し、 $\rho$ は点の開口の中心からの距離、 $\theta$ は点のx軸からの角度を表す。

【0030】好適実施例において、本発明の回折素子の面関数は、動径方向の対称性を有する第2の位相関数（例えば円錐位相関数）と組み合わせられた角度に対して対称性を有する第1の位相関数（例えば螺旋位相関数）を少なくとも含む。例えば、面関数は、次のように

$$\phi = m_s \times \theta + 2\pi m_c \times \rho$$

と表現される。螺旋位相関数は、次のように

$$\phi = m_s \times \theta$$

と表現される。ここで“ $m_s$ ”は、開口の中心の周囲の円を横切るとき、いかに迅速に位相が変化するかを示す実数、 $-\infty \sim +\infty$ である。円錐位相関数は、次のように

$$\phi = 2\pi m_c \times \rho$$

と表現される。ここで“ $m_c$ ”は、開口の中心からの動径方向の線を横切るとき、いかに迅速に位相が変化するかを示す実数、 $-\infty \sim +\infty$ である。 $\rho$ は正規化された動径方向の成分であり、したがって、 $\rho$ は開口の縁では1に等しく、開口の中心では0に等しい。

【0031】上述したように、他の位相関数又は位相項が、回折素子の光学特性をさらに記述するように上述の面関数に付け加えられる。

【0032】図5～図8は、マルチモードレーザ光源（例えばマルチモードVCSEL光源）に関して、本発明の伝達レンズ設計および従来技術の伝達レンズ設計に対する光ファイバおよびフィードバック面におけるシミュレートされた光分布を示す。

【0033】図5は、本発明の伝達レンズのスポットダイアグラムであり、良好な励振状態を例示している。本発明の伝達レンズが、非常に効率的な結合、カップリングをもたらし、かつファイバの中心を避けていることに注目されたい。光はファイバの中心を避けて伝送されている。特に、回折面150は、良好な励振状態をもたらすし、それによって、光ファイバ内に励振される光は、光ファイバの軸上、かつコア-クラッド界面における屈折率異常を回避する。図6は、本発明の伝達レンズのスポットダイアグラムであり、反射制御を例示している。本発明の伝達レンズが、光源から離れて反射を導くことに

より、非常に良いフィードバック制御をもたらすことに注目されたい。

【0034】図7は、従来技術の伝達レンズに対するスポットダイアグラムであり、この図は、励振された高いエネルギーがファイバの軸、又は中心に沿って現れることを示す。図5とは対照的に、この従来技術の伝達レンズは、光ファイバケーブルの中心内に励振されたより大きなエネルギーが存在するために、不十分な励振状態をもたらす。前述したように、ファイバ内の製造時の欠陥がシステムの帯域幅に悪影響を及ぼし又は帯域幅を減少させるので、中心内にエネルギーを励振するのは不利である。

【0035】図8は、従来技術の伝達レンズのスポットダイアグラムであり、不十分な反射制御を例示する。図6とは対照的に、従来技術の伝達レンズは、より多くの光が光源内に後方反射されるので、不十分な反射制御をもたらす。そのために、光源は、不十分に制御されたフィードバックのために、安定性に問題が生じることがある。

【0036】上述の詳細な説明において、本発明は、その特定の実施例に関して記述された。しかしながら、種々の修正および変更が、本発明のより広い技術的な範囲から逸脱することなく、実施され得ることは明らかであろう。したがって、詳細な説明及び図面は、限定を加えるという観点ではなく、説明という観点に立って解釈されるべきものである。

【0037】例えば、本発明の回折素子は、マルチモードレーザからファイバ媒体内に光を励振させるといった文脈で記述された。しかしながら、本発明の回折素子は、多くの異なる分野において様々な異なる用途に対して適応可能である。本発明の回折素子は、複雑な光分布を有する光源を他の光伝送媒体に結合する必要性が生じた場合に、いつでも適用できるという利点を備えている。例えば、本発明の回折素子は、2つのマルチモードファイバ間に光を伝送するのに使用することができる。

#### 【0038】

【発明の効果】本願発明は、レーザ（110）、光ファイバ（120）、伝達レンズ（140）を含む光伝送システム（100）に関する。伝達レンズはレーザによって発せられた光を光ファイバに伝達する。伝達レンズは、回折面（160）を含み、レーザから射出された光を受容し平行化する。回折面は、角度に対して対称性を有する第1の位相関数及び動径方向の対称性を有する第2の位相関数を含む面関数によって画定される。第2の位相関数は、不連続な斜面を有するカusp領域を含む。伝達レンズは、反射制御をもたらすし、それによって光ファイバの端部で反射された光がレーザによって光が発せられる位置に結像せず、また良好な励振状態をもたらすし、それによって光ファイバ内に励振される光が光ファイバの軸に沿う屈折率異常を回避する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】例示的な光伝送システムの単純化されたブロック図であり、このシステムでは、伝達レンズが本発明の好適実施例にしたがって使用可能である。

【図2】図2Aは角度に関して対称である例示的な第1の位相関数を示す。図2Bは動径方向に對称である例示的な第2の位相関数を示す。図2Cは、本発明の好適実施例による図2Aに示す第1の位相関数と、図2Bに示す第2の位相関数を組み合わせた位相関数を示す。

【図3】階段構造の伝達レンズの好適な回折面の斜視図である。

【図4】本発明の実施例による伝達レンズの回折面に組み込むことができる動径方向の対称性とカusp部分を有する例示的な位相関数の断面図である。

【図5】良好な励振状態を説明するための、本発明の伝達レンズのスポットダイアグラムである。

【図6】反射制御を説明するための、本発明の伝達レンズのスポットダイアグラムである。

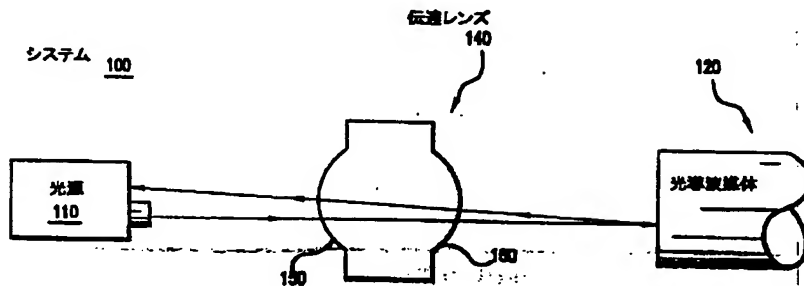
【図7】不十分な励振状態を説明するための、従来技術における伝達レンズのスポットダイアグラムである。

【図8】不十分な反射制御を説明するための、従来技術における伝達レンズのスポットダイアグラムである。

## 【符号の説明】

- 110 光源
- 120 光伝送媒体
- 140 回折型伝達レンズ
- 150 回折面
- 160 光学表面

【図1】



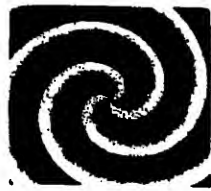
【図2】



A

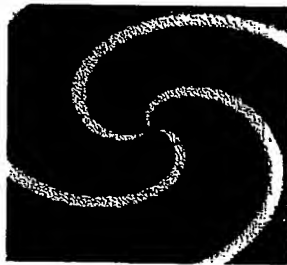


B

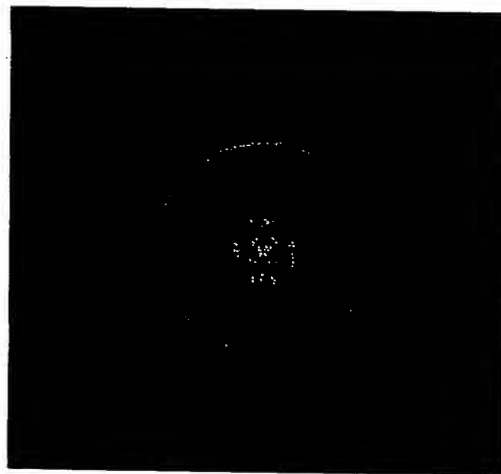


C

【図3】



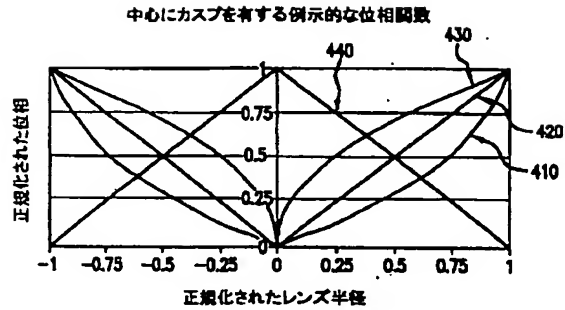
【図7】



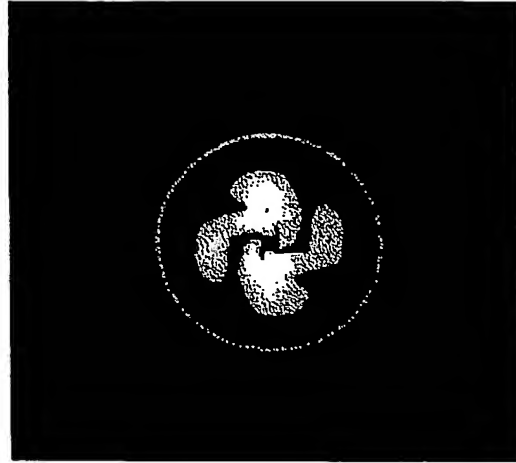
(従来技術)



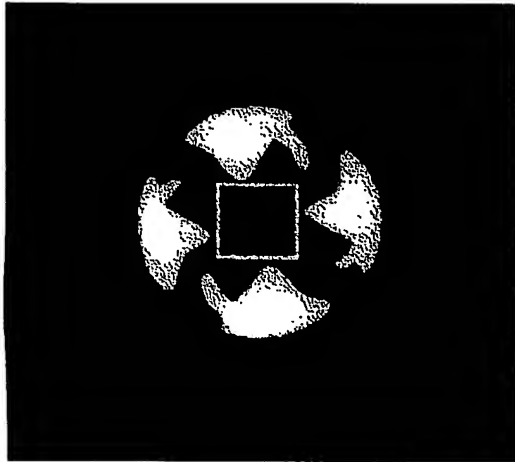
【図4】



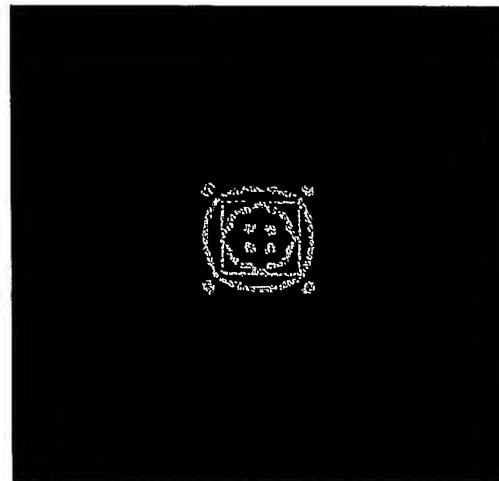
【図5】



【図6】



【図8】



(従来技術)

フロントページの続き

(71)出願人 399117121  
 395 Page Mill Road P  
 alo Alto, California  
 U. S. A.

(72)発明者 イー・クリスティン・チェン  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州95120,  
 サンノゼ, クレイウッド・ウェイ・6979  
 Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 BA32 CA11  
 2H049 AA17 AA18 AA23 AA32 AA33  
 AA37 AA59 AA62

THIS PAGE BLANK (USPTO)